

TUGAS AKHIR

**Analisa Pengaruh Penambahan Silikon (Si)
(7%, 9%, 11%) Pada Paduan Aluminium
Magnesium (Al-Mg) Terhadap Sifat Fisis dan
Mekanis**



Disusun :

EDI PRADANA

NIM : D 200 060 003

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

Januari 2012

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul: “ **Analisa Pengaruh Penambahan Silikon (Si) (7%, 9%, 11%) Pada Paduan Aluminium Magnesium (Al-Mg) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis**” yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 14 Januari 2012

Yang menyatakan,

Edi Pradana

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “ **Analisa Pengaruh Penambahan Silikon (Si) (7%, 9%, 11%) Pada Paduan Aluminium Magnesium (Al-Mg) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis**”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

NAMA : **EDI PRADANA**

NIM : **D 200 060 003**

Disetujui pada

Tanggal :

Hari :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Ir. Masyrukan, MT

Dr. Supriyono

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “ **Analisa Pengaruh Penambahan Silikon (Si) (7%, 9%, 11%) Pada Paduan Aluminium Magnesium (Al-Mg) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis**”, telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

Nama : **EDI PRADANA**

NIM : **D 200 060 003**

Disahkan pada

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Masyrukan, MT ()

Anggota 1 : Dr. Supriyono ()

Anggota 2 : Muh. Alfatih Hendrawan, ST. MT ()

Dekan

Ketua Jurusan

Ir. Agus Riyanto, MT

Ir. Sartono Putro, MT

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Nomor 292/A.3-II/TM/TA/X/2011. Tanggal 13 Oktober 2011.
dengan ini :

Nama : Masyrukan, Ir., M.T.
Pangkat/Jabatan : Lektor
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *)
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Edi Pradana
Nomor Induk : D 200 060 003
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN SILIKON (SI) (7%, 9%, 11%) PADA PADUAN
Rincian Soal/Tugas : AL-MG TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 13 Oktober 2011.....

Pembimbing


Masyrukan, Ir., M.T.

Cc. : Supriyono, Dr.
Lektor Kepala

Keterangan :
*) Coret salah satu
1. Warna biru untuk Kajar
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

“Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin dan hari esok adalah harapan”.

“Apabila anda berbuat kebaikan kepada orang lain, maka anda telah berbuat baik terhadap diri sendiri” (*Benyamin Franklin*)

"Ketergesaan dalam setiap usaha membawa kegagalan" (*Herodotus*)



Analisa Pengaruh Penambahan Silikon (Si) (7%, 9%, 11%) Pada Paduan Aluminium Magnesium (Al-Mg) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis

Edi Pradana, Masyrukan, Supriyono

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

ABSTRAKS

Pembuatan aluminium paduan merupakan salah satu solusi untuk mengurangi kelemahan material aluminium murni. Dengan penambahan unsur-unsur paduan pada aluminium seperti Cu, Mg, Si, Mn, Zn, dan Ni secara satu - persatu atau bersama-sama dapat meningkatkan kekuatan mekanisnya.

Penelitian ini diawali proses pengecoran bahan Al-Mg dengan penambahan Si 7%, 9%, 11%, kemudian pembuatan spesimen dengan standar uji JIS 1981. Z 2202, No. 4 untuk uji impak charpy dan JIS 1981. Z 2201, No. 7 untuk uji tarik. perlakuan pada material dikenai dengan dua perlakuan, pertama penuaan alamiah (natural aging) dan perlakuan panas (heat treatment). Pada perlakuan panas specimen dikenai perlakuan panas pelarutan (solution heat treatment) 450°C dengan waktu tahan 1 jam, 2 jam, 3 jam kemudian di quenching media air dan terakhir dituangkan dengan penuaan buatan (artificial aging) 125°C dengan waktu tahan 1 jam. pengujian meliputi, uji komposisi kimia, struktur mikro, uji impak charpy, uji tarik dan uji kekerasan vickers.

Hasil pengujian komposisi kimia Al-Mg penambahan Si 7% didapati unsur (Al) 84.9421%, (Mg) 7,2364% dan (Si) 6.7361%. Pada Al-Mg penambahan Si 9% didapati unsur (Al) 85.0763%, (Mg) 5.1271% dan (Si) 7.6273%. Pada Al-Mg penambahan Si 11% didapati unsur (Al) 84.9532%, (Mg) 3.0364% dan (Si) 10,2432%. Hasil pengujian impak charpy dapat diketahui bahwa pada penambahan Si yang lebih banyak material ini mengalami mengalami penurunan keuletan. Kemudian pada material yang mengalami proses perlakuan panas keuletannya meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses perlakuan panas keuletannya meningkat lagi. Hasil pengujian tarik tersebut dapat diketahui bahwa kekuatan tarik pada paduan Si yang lebih banyak dapat menurunkan kekuatan tarik dari material. Kemudian pada material yang mengalami proses perlakuan panas kekuatan tariknya meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses perlakuan panas kekuatan tariknya meningkat lagi. Hasil pengujian kekerasan vickers diketahui bahwa semakin banyak penambahan silikon (Si) ke paduan Al-Mg maka akan mengalami penurunan kekerasan. Kemudian pada material yang mengalami proses perlakuan panas kekerasannya meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses perlakuan panas kekerasannya meningkat lagi.

Kata kunci : Penambahan Si (7%, 9%, 11%), Perlakuan Panas

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah, segala puji kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir berjudul, “**Analisa Pengaruh Penambahan Silikon (Si) (7%, 9%, 11%) Pada Paduan Aluminium Magnesium (Al-Mg) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis**”, dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Agus Riyanto, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Sartono Putro, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Ir. Masyrukan, MT., selaku Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan ilmu dan arahan serta bimbingannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Dr. Supriyono, selaku Pembimbing Pendamping terima kasih atas pembelajaran yang singkat selama ini.
5. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT., selaku Pembimbing Akademik penulis.
6. Ibu, Bapak terima kasih atas segalanya.
7. Seseorang yang selalu memberikan inspirasi dan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan '06 dan teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuannya selama ini, semoga kalian sukses selalu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, 14 Januari 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Motto.....	vi
Abstraks.....	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Simbol	xvi
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	5
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka	9
2.2. Dasar Teori	10
2.2.1. Aluminium Murni	11
2.2.2. Unsur – unsur Paduan dan Pengaruhnya	12
2.2.3. Paduan Aluminium.....	15
2.3. Perlakuan Panas pada Aliminium	20
2.4. Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis	24
2.4.1. Pengujian Komposisi Kimia	25

2.4.2. Pengujia Struktur Mikro	26
2.4.3. Pengujian Impak	27
2.4.4. Pengujian Tarik	29
2.4.5 Pengujian Kekerasan	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian	38
3.2. Bahan	39
3.3. Alat Penelitian	40
3.3.1.Peralatan Proses Pengecoran	40
3.3.2.Peralatan Proses Perlakuan Panas	43
3.4. Alat Uji Bantu	45
3.5. Instalasi Pengujian	46
3.5.1 Pengujian Komposisi Kimia	46
3.5.2 Pengujian Struktur Mikro	48
3.5.3 Pengujian Impak	49
3.5.4 Pengujian Tarik	51
3.5.5 Pengujian Kekerasan	52
3.6. Sampel Specimen	54
3.6.1 Specimen Uji Komposisi Kimia Dan Struktur Mikro	54
3.6.2 Specimen Uji Impak	55
3.6.3 Specimen Uji Tarik	56
3.6.4 Specimen Uji Kekerasan	57
3.6.5 Jumlah Specimen	58
3.7. Pelaksanaan Penelitian	59
3.7.1 Studi Teori	59
3.7.2 Persiapan Material	59
3.7.3 Pengecoran Dan Pembentukan Specimen	59
3.7.4 Proses Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	59
3.7.5 Proses Pengujian Material	62

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia	63
4.1.1. Data Hasil Uji Komposisi Kimia	63
4.1.2. Pembahasan Hasil Pengujian Komposisi Kimia	64
4.2. Pengujian Struktur Mikro	65
4.2.1. Data Hasil Uji Struktur Mikro.....	65
4.2.2. Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro	66
4.3. Hasil Pengujian Impak	68
4.3.1. Data Hasil Uji Impak <i>Charpy</i>	68
4.3.2. Pembahasan Hasil Pengujian Impak <i>Charpy</i>	69
4.4. Hasil Pengujian Tarik	71
4.4.1. Data Hasil Uji Tarik	71
4.4.2. Pembahasan Hasil Pengujian Tarik	72
4.5. Hasil Pengujian Kekerasan	74
4.5.1. Data Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	74
4.5.2. Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> ..	75

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	77
5.2. Saran.....	78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Fasa Al-Si.....	17
Gambar 2.2.	Diagram Fasa Al-Mg	18
Gambar 2.3.	Diagram Fasa Biner Semu dari Paduan Al-MgSi.....	19
Gambar 2.4.	Skema Perlakuan Panas Pada Aluminium	24
Gambar 2.5.	Proses Pengamatan Pada Mikroskop	27
Gambar 2.6.	Pengujian Impak	28
Gambar 2.7.	Garis Lengkung Tegangan - Regangan.....	30
Gambar 2.8.	Diagram Tegangan - Regangan	33
Gambar 2.9.	Metode Pengujian Kekerasan	35
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 3.2.	Aluminium, Magnesium dan Silikon	39
Gambar 3.3.	Tungku	40
Gambar 3.4.	Kompor <i>Blower</i>	41
Gambar 3.5.	Solar	41
Gambar 3.6.	Cetakan Pasir	42
Gambar 3.7.	Dapur Pemanas.....	43
Gambar 3.8.	Bak Air	44
Gambar 3.9.	Catut.....	44
Gambar 3.10.	Bahan Etsa	46
Gambar 3.11.	Mesin <i>Polish</i>	46
Gambar 3.12.	Alat Uji Komposisi Kimia Spektrometer	47
Gambar 3.13.	Alat Uji Struktur Mikro	49
Gambar 3.14.	Alat Uji Impak	50
Gambar 3.15.	Alat Uji Tarik Universal Testing Machine (a) dan Plotter (b)	52
Gambar 3.16.	Alat Uji Kekerasan	53
Gambar 3.17.	Pembebanan Pada Alat Uji Kekerasan	54
Gambar 3.18.	Sampel Specimen Uji Komposisi Kimia Dan Struktur Mikro	55

Gambar 3.19.	Ukuran Specimen Uji Impak <i>Charpy</i> (JIS Z 2202, 1981, No. 4).	55
Gambar 3.20.	Sampel Specimen Uji Impak <i>Charpy</i> (JIS Z 2202, 1981).	56
Gambar 3.21.	Ukuran Specimen Uji Tarik (JIS Z 2201, 1981, No. 7) ...	56
Gambar 3.22.	Sampel Specimen Uji Tarik (JIS Z 22001, 1981, No. 7) .	56
Gambar 3.23.	Sampel Specimen Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	57
Gambar 3.24.	Grafik Proses Perlakuan Panas	61
Gambar 4.1.	Foto Struktur Mikro <i>Raw Material</i> Pembesaran 100x	65
Gambar 4.2.	Foto Struktur Mikro <i>Solution Heat Treatment</i> 450°C 1 Jam, <i>Quenching</i> dan <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam Pembesaran 100x	66
Gambar 4.3.	Foto Struktur Mikro <i>Solution Heat Treatment</i> 450°C 2 Jam, <i>Quenching</i> dan <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam Pembesaran 100x	66
Gambar 4.4.	Foto Struktur Mikro <i>Solution Heat Treatment</i> 450°C 3 Jam, <i>Quenching</i> dan <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam Pembesaran 100x	66
Gambar 4.5.	Histogram Hasil Uji Impak Antara <i>Raw Material</i> Dan Perlakuan Panas Pelarutan (<i>Solution Heat Treatment</i>) 450°C Waktu Tahan 1 Jam, 2 Jam Dan 3 Jam, <i>Quenching</i> , <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam	69
Gambar 4.6.	Histogram Hasil Uji Tarik Antara <i>Raw Material</i> Dan Perlakuan Panas Pelarutan (<i>Solution Heat Treatment</i>) 450°C Waktu Tahan 1 Jam, 2 Jam Dan 3 Jam, <i>Quenching</i> , <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam	72
Gambar 4.7.	Histogram Hasil Uji Kekerasan Antara <i>Raw Material</i> Dan Perlakuan Panas Pelarutan (<i>Solution Heat Treatment</i>) 450°C Waktu Tahan 1 Jam, 2 Jam Dan 3 Jam, <i>Quenching</i> , <i>Artificial Aging</i> 125°C 1 Jam	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat – Sifat Aluminium	12
Tabel 2.2. Batas Kelarutan Spesifik elemen Penting Paduan Aluminium	13
Tabel 2.3. Klasifikasi Paduan Aluminium	16
Tabel 3.1. Jumlah Specimen.....	57
Tabel 4.1. Data Hasil Uji Komposisi Kimia	63
Tabel 4.2. Data Hasil Uji Impak <i>Charpy</i>	68
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Tarik	71
Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	74

DAFTAR SIMBOL

α	= sudut ayunan sebelum menabrak benda uji	($^{\circ}$)
β	= sudut ayunan sisa setelah mematahkan benda uji	($^{\circ}$)
ε	= regangan	(%)
σ	= kekuatan tarik	(MPa)
A_o	= luas penampang	(mm ²)
D	= Diameter <i>penetrator</i>	(mm)
d	= Diagonal bekas injakan <i>penetrator</i>	(mm)
E_{serap}	= energi serap	(MPa)
F	= beban indenter pada kekerasan Vickers	(kgf)
g	= percepatan gravitasi	(m/s ²)
HB	= Harga kekerasan <i>Brinell</i>	(HBN)
HI	= kekuatan / harga <i>impact</i>	(Joule/mm ²)
ΔL	= deformasi / perpanjangan pada spesimen tarik	(mm)
L_0	= panjang mula-mula	(mm)
L_1	= panjang sesaat sebelum patah	(mm)
m	= massa / beban palu	(kg)
P	= Beban penekanan <i>penetrator</i>	(kg)
P_{maks}	= beban tarik	(N)
R	= panjang lengan ayun	(m)

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel Unsur Periodik
- Lampiran 2. Sifat-Sifat Mekanik
- Lampiran 3. Metode Pengujian Komposisi Kimia (*Spectrometer*)
- Lampiran 4. Metode Pengujian Kekerasan
- Lampiran 5. Hasil uji Komposisi Kimia Penambahan Si 7%
- Lampiran 6. Hasil uji Komposisi Kimia Penambahan Si 9%
- Lampiran 7. Hasil uji Komposisi Kimia Penambahan Si 11%
- Lampiran 8. Hasil Uji Komposisi Kimia Raw Material Aluminium (Al)
- Lampiran 9. Hasil Uji Komposisi Kimia Raw Material Magnesium (Mg)
- Lampiran 10. Hasil Uji Komposisi Kimia Raw Material Silikon (Si)
- Lampiran 11. Grafik Uji Tarik Raw Material Al-Mg (Si, 7%, 9%, 11%)
- Lampiran 12. Grafik Uji Tarik Heat Treatment Al-Mg (Si, 7%, 9%, 11%) 1Jam, 2Jam, 3Jam
- Lampiran 13. Stándar Uji Impak *Charpy* JIS 1981
- Lampiran 14. Stándar Uji Tarik JIS 1981
- Lampiran 15. Penambahan Si Pada Al-Mg

DAFTAR PUSTAKA

- Dieter, E.George., 1986. *Metalurgi Mekanik Jilid ke 1*, PT. Tiga Serangkai, Jakarta
- Dieter, E.George., 1986. *Metalurgi Mekanik Jilid ke 2*, PT. Tiga Serangkai, Jakarta
- Djaprie, S.;Van Vlack, L.,H., 1992. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. PT. Gelora Aksara Prayama,Jakarta
- <http://www.wikipedia.com/aluminumseries.html>., *Aluminum Association (AA), British Standard*. Diakses pada bulan Oktober 2011
- JIS Hand Book., 1981. *Non-Ferrous Metal and Metallurgy*. Japan.
- Kartika , Sari., (2004). *Pengaruh penambahan Silikon (Si) Dengan Variasi (5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15%) Terhadap Karakteristik Age Hardening*. Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret, Surakarta
- Prakoso, Catur., (2009). *Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Alumunium Paduan Al,Si,Cu Terhadap Perlakuan Solution Treatment 450°C, Quenching Dengan Air, Dan Aging 150°C*. Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Rahman, A., (2004). *Analisis Sifat Fisis Dan Mekanis Al, Mg, Si, Pada Material Velg Racing*. Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Surdia, T.; Saito,S., 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT.Pradnya Paramita, Jakarta